

微動観測に基づく境港市の2次元S波速度構造の推定

新井 洋¹⁾

1) 正会員 防災科学技術研究所, 〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通 1-5-2, arai@edm.bosai.go.jp

1. はじめに

境港市では、2000年鳥取県西部地震時に、境水道沿いの幅0.5km×長さ3km程度の帯状の地域に住宅被害が集中した^{例えば¹⁾}。このことは、この地域では地震動レベルが局地的に大きかった可能性を示唆している。その原因の一つとして地盤構造の影響が考えられるが、この地域の深部S波速度構造に関する情報は少ない。吉川ら²⁾は、弓ヶ浜半島北部の4地点で微動のアレイ観測を行い、地震基盤までのS波速度構造を推定しているが、その多次元的な分布については重力異常の情報に基づいて推測しており、不確定な部分もあると思われる。そこで本研究では、境港市において微動の移動1点観測を行い、H/Vスペクトル^{3), 4)}の位置的变化に基づいて深部S波速度構造を多次元的に推定する。

2. 微動の移動1点観測およびH/Vスペクトル

観測は、主として2003年4-5月の日中に、図1に示す205地点で行った。微動計は固有周期2秒の3成分速度計を用いた。観測波形は増幅後、サンプリング周波数100HzでA/D変換(24bit)し、ノートパソコンに記録した。記録波形が定常性を保っていると考える区間を選び、各成分4096ポイントのデータセットを8-16個程度作成して、以後の解析に用いた。

各地点で得られた3成分微動データから、時松・新井⁴⁾と同様の方法でH/Vスペクトルを求めた。境水道の北側の観測点(図1のX=1km付近)では、H/Vスペクトルの周期特性に明瞭なピークは認められなかった。一方、それ以外の地点では、周期0.1秒から2-6秒程度までの範囲に比較的明瞭なピークが認められ、全体的には、その周期が弓ヶ浜半島に沿って南側(N156E方向)に向かって長くなる傾向が認められた。

図2に、各観測点で得られた微動H/Vスペクトルのピーク周期(以下、 T_p)のN156E方向(X方向)の位置的变化を、N066E方向(Y方向)幅1kmごとに示す。図から、 $Y < 2\text{km}$ の範囲(図2(a))では、上記の傾向はある程度は認められるものの、 T_p はX方向に不連続に変化しており、位置によるばらつきが大きい。とくに $4\text{km} < X$ の範囲では、H/Vスペクトルにピークが複数認められる場合が多く、その周期は0.6-1秒および2-6秒の範囲に分布している。しかし、このばらつきは半島の東側に向かうほど小さくなり、 $2 < Y < 5\text{km}$ の範囲(図2(b))では、 T_p は $X < 4\text{km}$ の範囲では連続して変化しており、周期0.1-2秒の範囲で上記傾向が明

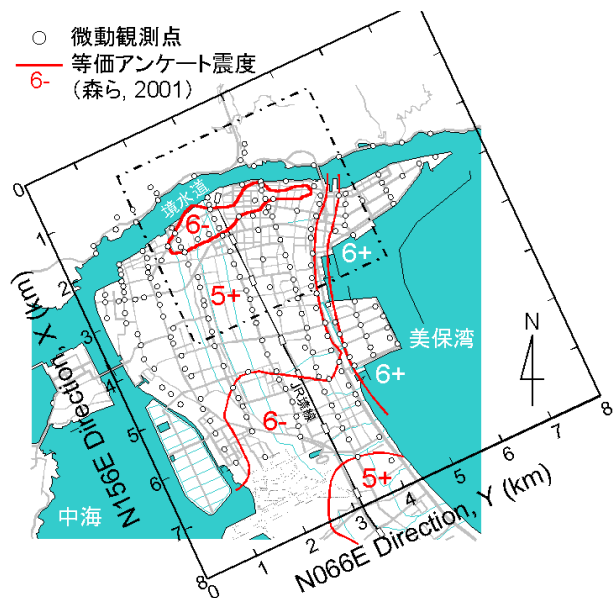


図1 微動観測点および等価アンケート震度分布¹⁾

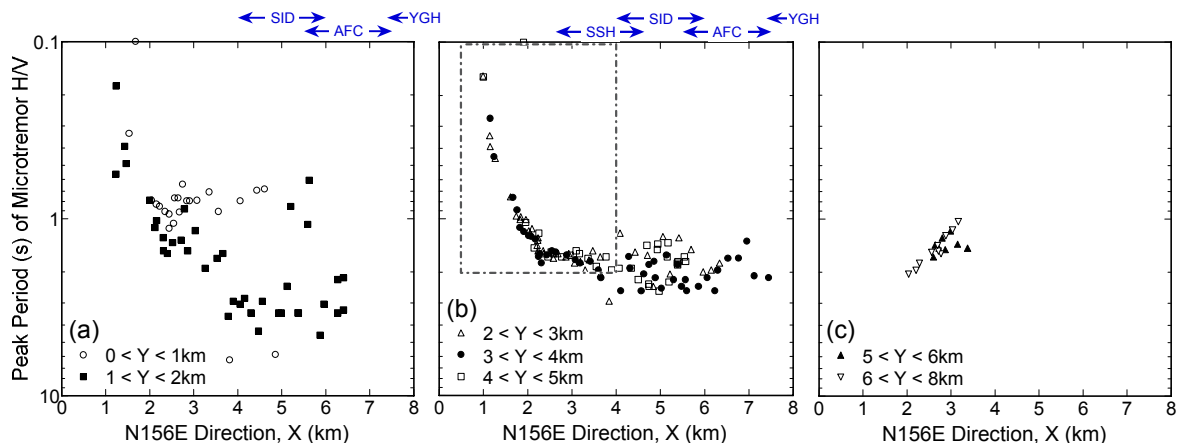


図2 微動H/Vスペクトルのピーク周期の位置的变化

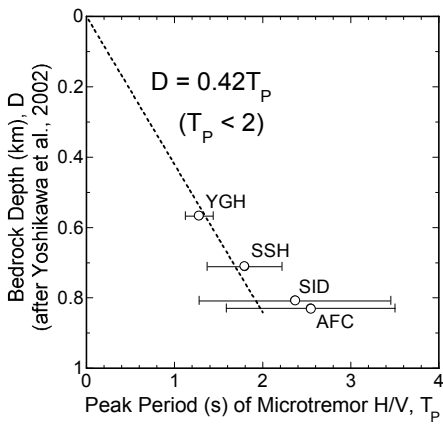


図3(左) 微動のアレイ観測から推定された基盤深度²⁾とH/Vスペクトルのピーク周期との関係

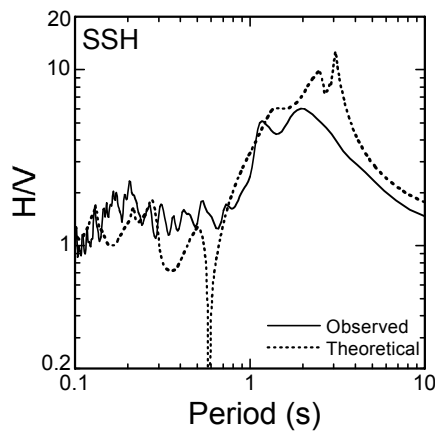


図4(右) サイトSSHの微動および理論H/Vスペクトル

うである。ここで、サイトSID, AFCでは、アレイ内の T_p のばらつき(標準偏差)が大きいことから、直下の地盤構造の不整形性が強い可能性がある。一方、サイトSSH, YGHではこれが比較的小さいことから、直下地盤を水平成層構造と仮定できると考えられる。確認のため、サイトSSHのアレイ中心で得られた微動H/Vスペクトルと吉川ら²⁾の推定地盤構造から計算した水平成層地盤における表面波の理論H/Vスペクトル⁴⁾とを比較し

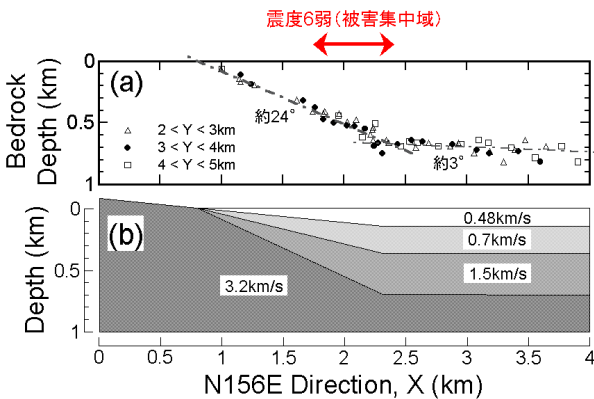


図5 推定された(a)基盤深度および(b)S波速度構造断面(N156E方向, $2 < Y < 5\text{km}$)

て図4に示す。図から、理論値は観測値と良く対応しており、吉川ら²⁾の推定したS波速度構造はこの地点直下のそれとして妥当であることが示唆される。

以上から、サイトSSH, YGHの情報(図3)に基づいて、基盤深度 $D(\text{km})$ とH/Vスペクトルのピーク周期 $T_p(\text{s})$ との間に $D = 0.42T_p$ ($T_p < 2$)の関係があると仮定し、対象領域の各観測点において直下の基盤深度を推定した(図5(a))。図から、対象領域では基盤深度のY方向の変化は小さく、基盤構造をX方向の2次元断面と仮定して良いことが分かる。また基盤の傾斜は直線的であり、その角度は $0.8 < X < 2.3\text{km}$ の範囲では約24度、 $2.3 < X < 4\text{km}$ の範囲では約3度である。図5(b)は、図5(a)およびサイトSSHのS波速度構造²⁾に基づいて推定したX方向の深部S波速度構造断面である。図には比較のため、対象領域において森ら¹⁾の等価アンケート震度が最大(6弱)となる地域(住宅被害の集中域)を示す。図から、住宅被害は、基盤の傾斜がほぼ平坦から約24度に変化する $X = 2.3\text{km}$ 付近から、傾斜を上る方向に約0.5kmの範囲で生じていることが分かる。この地盤構造の変化が住宅被害に影響を与えた可能性については、今後の検討課題としたい。

4. まとめ

境港市の205地点において微動の移動1点観測を行い、H/Vスペクトルの位置的变化を検討した。また、H/Vスペクトルのピークが単一でその位置的变化が連続的である領域を対象に、ピーク周期および既往の微動アレイ探査結果に基づいて、N156E方向の深部S波速度構造断面を推定した。

謝辞：微動観測の一部では、大成建設技術センターの日比野浩氏の協力を得た。記して謝意を表す。

参考文献：1) 森伸一郎ほか：2000年鳥取県西部地震における境港および米子のアンケート震度、第36回地盤工学研究発表会、2127-2128, 2001。2) 吉川大智ほか：重力および微動データに基づく弓ヶ浜半島の3次元基盤構造の推定、11th JEES, 447-450, 2002。3) 中村豊、上野真：地表面震動の上下成分と水平成分を利用した表層地盤特性推定の試み、7th JEES, 265-270, 1986。4) 時松孝次、新井洋：レイリー波とラブ波の振幅比が微動の水平鉛直スペクトル比に与える影響、建築学会構造系論文集、511, 69-75, 1998。

瞭に確認される。ただし、 $4\text{km} < X$ の範囲では、H/Vスペクトルのピークは単一である場合が多いが、その周期は1.3-3秒の範囲でばらついている。さらに東側の $5\text{km} < Y$ の範囲(図2(c))では、 T_p は周期1-2秒の範囲で北側に向かって長くなっており、図2(b)とは逆の傾向となっている。このように、この地域の微動のH/Vスペクトルは場所により大きく異なっている。

3. 微動H/Vスペクトルから推定したS波速度構造断面
微動H/Vスペクトルの位置的なばらつきや複数ピークの原因として、地盤構造の強い不整形性や微動源の影響などが考えられるが、いずれも現時点では推測の域を出ない。そこで本報では、H/Vスペクトルのピークが単一でその位置的变化が連続的である $2 < Y < 5\text{km}$, $0 < X < 4\text{km}$ の領域(図1, 2(b)の鎖線内)を対象に地盤のS波速度構造を推定する。図3に、吉川ら²⁾が微動のアレイ観測を行った4地点(サイトSSH, SID, AFC, YGH)のアレイ内の観測点でのH/Vスペクトルのピーク周期 T_p と推定基盤($V_s > 3\text{km/s}$)深度 D との関係を示す。 T_p はアレイ内での平均値(印)と標準偏差(横棒)で表示している。図から、H/Vスペクトルのピーク周期 T_p は基盤深度 D と正の相関がありそ